

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-84331

(43)公開日 平成11年(1999)3月26日

BEST AVAILABLE COPY

(51)Int.Cl.⁶G 0 2 F 1/125
G 0 2 B 6/12

識別記号

F I

G 0 2 F 1/125
G 0 2 B 6/12

J

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 15 頁)

(21)出願番号

特願平9-241259

(22)出願日

平成9年(1997)9月5日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 中沢 忠雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 真田 有

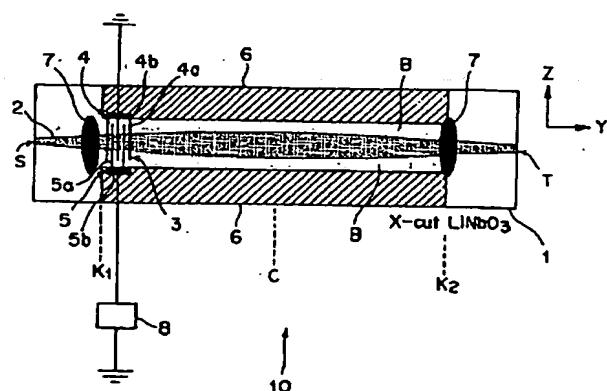
(54)【発明の名称】光フィルタ装置

(57)【要約】

【課題】 例えは光通信システムの端局装置又は中継装置において用いて好適な光フィルタ装置において、入射光のモード変換を行なう際に発生するサイドローブの増大や中心波長の揺らぎを防いで、良好なフィルタ特性を得ることができるようにする。

【解決手段】 電気光学効果を有する基板1に光導波路2が形成されるとともに、光導波路2上の端部に弾性表面波を発生しうる一对の電極部3が形成され、一对の電極部3にて発生した弾性表面波の周期に応じて所望の波長の光をモード変換して出射する光フィルタ装置10であつて、光フィルタ装置10内で生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路2の実効屈折率を変化させるように光導波路2を構成する。

本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置の構成を示す模式図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気光学効果を有する基板に光導波路が形成されるとともに、該光導波路上の端部に弾性表面波を発生し、一対の電極部が形成され、該一対の電極部にて発生した弾性表面波の周期に応じて所望の波長の光をモード変換して出射する光フィルタ装置であって、該光フィルタ装置内で生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の実効屈折率を変化させるように該光導波路が構成されたことを特徴とする、光フィルタ装置。

【請求項2】 該光導波路の太さが、上記光の進行方向に対して分布をもつように構成されたことを特徴とする、請求項1記載の光フィルタ装置。

【請求項3】 該光フィルタ装置内における温度分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さが、上記光の進行方向に対して分布をもつように構成されたことを特徴とする、請求項1記載の光フィルタ装置。

【請求項4】 該光導波路の太さ分布が、該光導波路の出入射端部近傍を細く、該光導波路の中心部に向かって太くなるように構成されたことを特徴とする、請求項2記載の光フィルタ装置。

【請求項5】 該一対の電極部にて発生した弾性表面波を吸収する一対の吸収部材が、該基板上における該光導波路の出入射端部位置近傍に設けられ、

該一対の吸収部材が上記弾性表面波を吸収する際に発生する温度分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さ分布が、該光導波路の出入射端部近傍を細く、該光導波路の中心部に向かって太くなるように構成されたことを特徴とする、請求項2記載の光フィルタ装置。

【請求項6】 該光フィルタ装置内における応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さが、上記光の進行方向に対して分布をもつように構成されたことを特徴とする、請求項1記載の光フィルタ装置。

【請求項7】 該光導波路の両側部に拡散領域を形成したことにより発生する応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さ分布が、該光導波路の出入射端部近傍を細く、該光導波路の中心部に向かって太くなるように構成されたことを特徴とする、請求項6記載の光フィルタ装置。

【請求項8】 該光導波路の上部位置に薄膜を形成したことにより発生する応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さ分布が、該光導波路の出入射端部近傍を太く、該光導波路の中心部に向かって細くなるように構成されたことを特徴とする、請求項6記載の光フィルタ装置。

【請求項9】 該光導波路の上部位置に薄膜が部分的に形成され、該光導波路上部における該薄膜の部分的形成により生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さが、上記光の進行方向に対して分布をもつように構成されたことを特徴とする、請求項1記載の光フィルタ装置。

2
た複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さが、上記光の進行方向に対して分布をもつように構成されたことを特徴とする、請求項1記載の光フィルタ装置。

【請求項10】 該光導波路の太さ分布が、該薄膜が該光導波路上に形成されない位置に相当する該光導波路部分よりも、該薄膜が該光導波路上に形成された位置に相当する該光導波路部分が太くなるように構成されたことを特徴とする、請求項9記載の光フィルタ装置。

【請求項11】 該光フィルタ装置内における温度分布及び応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さが、上記光の進行方向に対して分布をもつように構成されたことを特徴とする、請求項1記載の光フィルタ装置。

【請求項12】 該一対の電極部にて発生した弾性表面波を吸収する一対の吸収部材が、該基板上における該光導波路の出入射端部位置近傍に設けられ、

該一対の吸収部材が上記弾性表面波を吸収する際に発生する温度分布及び該光導波路の両側部に拡散領域を形成したことにより発生する応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、該光導波路の太さ分布が、該光導波路の出入射端部近傍を細く、該光導波路の中心部に向かって太くなるように構成されたことを特徴とする、請求項1記載の光フィルタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】 (目次)

発明の属する技術分野

従来の技術 (図15, 図17, 図18)

発明が解決しようとする課題 (図16~図18)

課題を解決するための手段

30 発明の実施の形態

・ (a) 第1実施形態の説明 (図1~図7)

・ (b) 第2実施形態の説明

(b1) 第2実施形態の第1の態様の説明 (図8~図11)

(b2) 第2実施形態の第2の態様の説明 (図12~図14)

発明の効果

【0002】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば光通信シス

40 テムの端局装置又は中継装置において、波長多重された信号光の分波を行なったり、信号光における雑音光成分を除去する際に用いて好適な、光フィルタ装置に関する。

【0003】

【従来の技術】 一般的に、光通信システムの端局装置又は中継装置においては、波長多重された信号光の分波を行なったり、信号光における雑音光成分を除去する光フィルタ装置として、例えば図15に示すような光フィルタ装置が用いられている。ここで、図15に示す光フィルタ装置100は、基板101に光導波路102が形成

されるとともに、光導波路102を含む基板面上の入射端部位置近傍にトランステューサ103が形成されるものであって、トランステューサ103にて弾性表面波を発生することにより、入射光のうちの所望の波長の光をモード変換して出射する音響光学チューナブル波長フィルタとして機能するようになっている。

【0004】また、光導波路102の両側部には拡散領域106が形成されるとともに、基板101上における光導波路102の入出射端部位置近傍であって、拡散領域106に最も近接する位置に一対の吸収部材107が設けられている。ここで、基板101は、電気光学効果を有するものであり、例えば、結晶構造をX軸方向にカットしたニオブ酸リチウム(X-cut LiNbO₃)により形成されている。

【0005】また、光導波路102は、基板101内にチタン(Ti)等の金属を拡散させることにより、その部分の屈折率が基板101の他の部分の屈折率よりも大きくなるように構成されている。さらに、トランステューサ103は、弾性表面波を発生じうる一対の櫛形電極104、105からなり、櫛形電極104は、複数の歯電極104a、複数の歯電極104aに一体に接続され各歯電極104aに電位を与える共通電極104bをそなえる一方、櫛形電極105は、複数の歯電極105a、複数の歯電極105aに一体に接続され各歯電極105aに電位を与える共通電極105bをそなえて構成されている。なお、このトランステューサ103は、光導波路102上の入射端部側の吸収部材107の後段に、例えば金(Au)等の金属を蒸着することにより形成される。

【0006】ここで、光フィルタ装置100にてモード変換される波長は、トランステューサ103にて発生する弾性表面波の周期Λを設定することにより、任意に設定することができる。なお、図15において、108は高周波電圧信号発生器(RF電圧信号発生器)で、この高周波電圧信号発生器108は、トランステューサ103にて弾性表面波を発生すべく、櫛形電極105の共通電極105bに高周波電圧信号(RFパワー)を与えるものである。

【0007】また、拡散領域106は、例えばチタン(Ti)等の金属を高濃度拡散させてなるもので、その部分の屈折率が基板101の他の部分の屈折率よりも大きくなるように構成されている。即ち、光フィルタ装置100においては、前述のごとく拡散領域106を光導波路102の両側部に形成することにより、光導波路102と拡散領域106との間の基板101の内部(符号A参照)に弾性表面波を閉じ込めて基板101の外部に漏洩することを防ぐように構成されており、低消費電力化のための配慮が施されている。

【0008】さらに、吸収部材107は、トランステューサ103にて発生した弾性表面波を吸収するものであ

り、例えばワックスやゴム等のような柔軟な素材により構成されている。このような構成により、図15に示す光フィルタ装置100においては、光導波路102の入射側端部Sから信号光が入射されると、入射光は光導波路102中を伝播する。

【0009】このとき、トランステューサ103にて発生した弾性表面波による音響光学効果の作用により、入射光のうち、所望の波長の光(即ち、弾性表面波の周期Λにより決定される波長の光)の偏波が90°回転するため、その波長の光がモード変換されて光導波路102の出射側端部Tから出射される。ここで、図15に示す光フィルタ装置100は、波長依存性が大きく(ニオブ酸リチウムの基板特性上、モード変換しうる波長に選択性が少なく)、実際には、弾性表面波の周期Λにより決定される波長の光(本来光フィルタ装置100にてモード変換させたい波長の光)だけでなく、その波長帯に近接する波長帯の光も一部モード変換されて、これがサイドローブとして光導波路102の出射側端部Tから出射される。

【0010】例えば、弾性表面波の周期Λの設定により、モード変換させたい光波長を約1.55μmとした場合には、光フィルタ装置100においては、1.55μm帯の波長に近接する波長帯の光も一部モード変換されることになる。このため、光フィルタ装置100からは、例えば図17や図18において符号Qで示すように、1.55μm帯の波長に近接する波長帯の光が、サイドローブとして出射されるのである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の図15に示す光フィルタ装置100においては、吸収部材107が弾性表面波を吸収する際に発熱するため、基板101では吸収部材107が設けられた部分の温度が上昇して、基板101内部に温度分布が生じる。また、この光フィルタ装置100は、高濃度のチタンを拡散して拡散領域106が形成されているため、図16に示すように基板101に応力がかかるような構成となっている(なお、図16では、基板101にかかる圧縮応力を矢印Pで示している)。

【0012】この図16に示すように、拡散領域106を形成することにより生じる応力は、基板101の中心部近傍に集中的にかかり、基板101の両端部近傍にはそれほどかかりない。即ち、拡散領域106を形成することにより、基板101に応力分布が生じるのであり、基板101内部に応力分布が生じると、基板101に歪みが生じることになる。

【0013】ここで、基板101の温度が一律に上昇するときや基板101に均等に応力がかかるときには、基板101の複屈折率には分布は生じないため、その温度や応力での基板101の複屈折率を用いて光フィルタ装置100にてモード変換される波長を設定すればよい。

ところが、基板101内部に温度分布や応力分布が生じると、基板101の複屈折率にも分布が生じるため、光フィルタ装置100にてモード変換される波長の値が変動する。

【0014】そして、光フィルタ装置100にてモード変換される波長の設定が変動すると、モード変換させたい光波長より短波長側又は長波長側のサイドローブの一部（図17、図18に示す例ではモード変換させたい光波長より短波長側のサイドローブの一部）が増大して、サイドローブとして出射される波長の光の出力レベルが大きくなる。

【0015】また、このように光フィルタ装置100にてモード変換される波長の設定が変動すると、図17及び図18に示すように、モード変換させたい光波長（中心波長）が揺らぐ場合もある。従って、このような光フィルタ装置100を、波長多重（WDM）伝送を行なう光通信システムにおいて用いた場合には、サイドローブの出力レベル増大に起因して、異なる波長の信号間で発生するクロストークを増大させ、波長多重通信における信号光の波長配置を著しく制限する要因となるという課題がある。

【0016】また、このような光フィルタ装置100を、1波のみの信号光を伝送する光通信システムにおける波長透過フィルタとして用いた場合には、信号光における雑音光成分を精度良く除去することができないという課題もある。本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、光フィルタ装置内で生じた複屈折率分布を補償することにより、入射光のモード変換を行なう際に発生するサイドローブの増大や中心波長の揺らぎを防ぎ、ひいては入射光の分波精度又は雑音光成分除去精度を向上させて良好なフィルタ特性を得ることができるようとした、光フィルタ装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】このため、本発明の光フィルタ装置は、電気光学効果を有する基板に光導波路が形成されるとともに、光導波路上の端部に弾性表面波を発生しうる一対の電極部が形成され、一対の電極部にて発生した弾性表面波の周期に応じて所望の波長の光をモード変換して出射する光フィルタ装置であって、光フィルタ装置内で生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の実効屈折率を変化させるように光導波路が構成されたことを特徴としている（請求項1）。

【0018】そして、本発明の光フィルタ装置は、光導波路の太さが、上記光の進行方向に対して分布をもつよう構成されたことを特徴としている（請求項2）。ここで、本発明の光フィルタ装置は、光フィルタ装置内における温度分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の太さを、上記光の進行方向に対して分布をもつよう構成することができる（請求項3）。

【0019】このとき、光導波路の太さ分布を、光導波路の入出射端部近傍を細く、光導波路の中心部に向かって太くなるように構成してもよい（請求項4）。具体的には、一対の電極部にて発生した弾性表面波を吸収する一対の吸収部材が、基板上における光導波路の入出射端部位置近傍に設けられ、一対の吸収部材が上記弾性表面波を吸収する際に発生する温度分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の太さ分布を、光導波路の入出射端部近傍を細く、光導波路の中心部に向かって太くなるように構成することができる（請求項5）。

【0020】また、本発明の光フィルタ装置は、光フィルタ装置内における応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の太さを、上記光の進行方向に対して分布をもつよう構成することができる（請求項6）。具体的には、光導波路の両側部に拡散領域を形成したことにより発生する応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の太さ分布を、光導波路の入出射端部近傍を細く、光導波路の中心部に向かって太くなるように構成することができる（請求項7）。

【0021】また、光導波路の上部位置に薄膜を形成したことにより発生する応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の太さ分布を、光導波路の入出射端部近傍を太く、光導波路の中心部に向かって細くなるように構成することができる（請求項8）。さらに、本発明の光フィルタ装置は、光導波路の上部位置に薄膜が部分的に形成され、光導波路上部における薄膜の部分的形成により生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の太さを、上記光の進行方向に対して分布をもつよう構成することができる（請求項9）。

【0022】このとき、光導波路の太さ分布を、薄膜が光導波路上に形成されない位置に相当する光導波路部分よりも、薄膜が光導波路上に形成された位置に相当する光導波路部分が太くなるように構成することができる（請求項10）。また、本発明の光フィルタ装置は、光フィルタ装置内における温度分布及び応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の太さを、上記光の進行方向に対して分布をもつよう構成することができる（請求項11）。

【0023】具体的には、一対の電極部にて発生した弾性表面波を吸収する一対の吸収部材が、基板上における光導波路の入出射端部位置近傍に設けられ、一対の吸収部材が上記弾性表面波を吸収する際に発生する温度分布及び光導波路の両側部に拡散領域を形成したことにより発生する応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の太さ分布を、光導波路の入出射端部近傍を細く、光導波路の中心部に向かって太くなるように構成することができる（請求項12）。

【0024】
【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(a) 第1実施形態の説明

図1は本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置の構成を示す模式図であり、この図1に示す光フィルタ装置10は、基板1に光導波路2が形成されるとともに、光導波路2を含む基板面上の入射端部位置近傍にトランステューサ3が形成されるものであって、トランステューサ3にて弾性表面波を発生することにより、入射光のうちの所望の波長の光をモード変換して出射する音響光学チューナブル波長フィルタとして機能するようになっている。

【0025】また、光導波路2の両側部には拡散領域6が形成されるとともに、基板1上における光導波路2の入出射端部位置近傍には一对の吸収部材7が設けられている。例えば、入射光としてTEモード又はTMモードの信号光が入射されると、この光フィルタ装置10では、所望の波長の信号光のみをモード変換し、TMモード又はTEモードの信号光として出射する一方、他の波長の信号光については、モード変換することなくそのまま出射するようになっている。

【0026】即ち、この図1に示す光フィルタ装置10の後段に、特定偏光のみを透過しうる偏光子等をそなえることにより、光通信システムにおいて波長多重された信号光を分波する波長分波フィルタを構成したり、信号光における他波長成分として含まれる雑音光成分を除去する雑音除去フィルタを構成することができるようになつてゐる。

【0027】ここで、基板1は、電気光学効果を有するものであり、例えば、結晶構造をX軸方向にカットしたニオブ酸リチウム(X-cut LiNbO₃)により形成されている。また、光導波路2は、基板1における結晶構造のY軸方向に平行に伝播するY伝播の光導波路であり、基板1の端部Sから入射された光がYZ平面上でY軸に平行となるように伝播して、端部Sの逆側端部Tから出射されるように、チタン(Ti)等の金属がバーニングされて拡散されるようになっている。

【0028】なお、この光導波路2として拡散される金属としては、光導波路2の部分の屈折率が基板1の部分の屈折率よりも大きくなるようなものが用いられる。さらに、一对の電極部としてのトランステューサ3は、光導波路2上の入射端部側の吸収部材7の後段に、例えばチタン(Ti)や金(Au)等の金属を蒸着又はバーニングすることにより形成されるものであり、弾性表面波を発生しうる一对の櫛形電極4、5をそなえて構成されている。

【0029】ここで、櫛形電極4は、複数の歯電極4a及び複数の歯電極4aに一体に接続され各歯電極4aに電位を与える共通電極4bをそなえる一方、櫛形電極5は、複数の歯電極5a及び複数の歯電極5aに一体に接続され各歯電極5aに電位を与える共通電極5bをそなえて構成されている。また、共通電極4bに一体に接続

される複数の歯電極4aは、それぞれ等間隔に配設されるとともに、共通電極5bに一体に接続される複数の歯電極5aについても、上述の歯電極4aと等しい間隔で配設されている。

【0030】さらに、歯電極5aは、櫛形電極4における隣接する歯電極4a内に挟まれるように配置されている。換言すれば、一对の櫛形電極4、5は、光導波路2上に互いに噛み合うように(歯電極4a、5aが、光導波路2上に交互に且つ直交するように)配設されている。なお、第1実施形態では、トランステューサ3は、電極長(共通電極4b、5bの長さ)が100μm程度、歯電極4a、5aの太さがそれぞれ5μm程度、隣接する歯電極4a、5aの間隔が5μm程度、歯電極4a、5aのそれぞれの配設間隔(電極周期)が20μm程度となるように(即ち、5周期分の歯電極4a、5aをそなえるように)形成されている。また、トランステューサ3の開口長は140μm程度である。

【0031】また、図1において、8は高周波電圧信号発生器(RF電圧信号発生器)であり、櫛形電極4における共通電極4bは接地されるとともに、櫛形電極5における共通電極5bの中心部は高周波電圧信号発生器8に接続され、この高周波電圧信号発生器8から櫛形電極5に対して高周波電圧信号(RFパワー)が与えられるようになっている。

【0032】従って、隣接する歯電極4a、5a間において電位差が生じるため、基板1におけるトランステューサ3近傍には光導波路2と平行な方向に周期的な電界が印加される。これにより、基板1が電界の方向に周期的に伸縮するため、トランステューサ3にて弾性表面波が発生するようになっているのである。また、拡散領域6は、例えばチタン(Ti)等の金属を高濃度拡散させてなるもので、その部分の屈折率が基板1の他の部分の屈折率よりも大きくなるように構成されている。

【0033】即ち、光フィルタ装置10においては、前述のごとく拡散領域6を光導波路2の両側部に形成することにより、光導波路2と拡散領域6との間の基板1の内部(符号B参照)に弾性表面波を閉じ込め基板1の外部に漏洩することを防ぐように構成されており、低消費電力化のための配慮が施されている。なお、第1実施形態では、拡散領域6は、光導波路2から140μm程度離隔した位置に形成し、拡散領域6の横方向の長さ(基板1における結晶構造のY軸方向の長さ)を30mm程度とした。また、拡散処理は、基板1の表面に厚さ1500Åのチタンを蒸着してバーニングし、1050℃の雰囲気中に30時間おくことにより行なった。

【0034】さらに、吸収部材7は、トランステューサ3にて発生した弾性表面波を吸収するものであり、例えば弾性体のような柔軟な素材(ワックス、ゴム、ポリマー及びレジスト等)により構成されている。そして、光フィルタ装置10においては、これらの吸収部材7を、

基板1上における光導波路2の入出射端部位置近傍であって、拡散領域6に最も近接する位置に設けることにより、光導波路2中を伝搬する入射光を弾性表面波と干渉させる領域(干渉領域:図1の符号K₁—K₂間の領域)が形成されている。

【0035】ここで、光フィルタ装置10にてモード変換される波長は、トランスデューサ3にて発生する弾性表面波の周期Λを設定することにより、任意に設定することができる。即ち、TEモード、TMモードの光に対する基板1の実効屈折率を、それぞれN_{TE}、N_{TM}とすると、位相整合条件より、モード変換される光の波長入と、弾性表面波の周期Λとの間には次式①に示すような関係が成立する。

【0036】

$$\lambda = \Lambda | N_{TE} - N_{TM} | \quad \dots \text{①}$$

このとき、基板1を形成するニオブ酸リチウムの複屈折率(即ち|N_{TE}-N_{TM}|)は0.072程度であるため、例えば波長1.55μm帯の光をモード変換するためには、弾性表面波の周期Λを21.5μm程度に設定すればよい。そして、弾性表面波の周期Λを21.5μm程度に設定するためには、弾性表面波の速度(音速)が約370.0m/sであるごとから、樹形電極5に対して周波数が172MHz程度の高周波電圧信号を与える必要がある。このとき要求されるRFパワーは、干渉領域の長さ(干渉長:図1の符号K₁—K₂間の長さ)に依存する。例えば干渉長が30mm程度であるときは、要求されるRFパワーは10mW程度である。

【0037】ここで、光導波路2の太さ(光導波路2のパターン幅)は、例えば7μm程度であるが、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10においては、光導波路2の太さが、光の進行方向に対して一様ではなく分布をもつように構成されている。即ち、この光フィルタ装置10においては、光導波路2の太さ分布が、図1に示すように、光導波路2の入出射端部近傍を細く、光導波路2の中心部に向かって太くなるように構成されている。

【0038】ここで、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10においても、前述した光フィルタ装置100(図15参照)と同様に、吸収部材7が弾性表面波を吸収する際に発熱するため、基板1内部に温度分布が生じる。また、この光フィルタ装置10においても、高濃度のチタンを拡散して拡散領域6を形成しているため、基板1内部に応力分布が生じる。そして、基板1内部に応力分布が生じると、基板1に歪みが生じることになる。

【0039】このように、基板1内部に温度分布や応力分布が生じると、基板1の複屈折率にも分布が生じる。そこで、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10においては、基板1内部における温度分布や応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、図1に示すように太さ分布をもたせて光導波路2を構成して、光導波路2の実効屈折率を変化させているのである。

【0040】ここで、基板1の複屈折率、温度及び光導波路2の太さの関係について説明すると、基板1の複屈折率は、図3に示すように温度が上昇するに伴って小さくなり(勾配:約-3.4×10⁻⁵/℃)、図4に示すように光導波路2の幅が太くなるに伴って小さくなる(勾配:約-3.0×10⁻⁴/μm)。これにより、例えば1℃の温度変化により生じた複屈折率変化は、光導波路2の太さを0.1μm程度変化させることにより補償できることがわかる。

【0041】さらに、図1に示す光フィルタ装置10の基板1内部における温度分布を予め測定した結果を、図2(a)に示す。なお、図2(a)において、符号Cは光導波路2の中心部位置を示し、符号K₁及びK₂はそれぞれ拡散領域6の両端部位置を示す(図1参照)。この図2(a)に示すように、基板1内部では、吸収部材7による弾性表面波の吸収に伴って、拡散領域6の両端部位置近傍(即ち、吸収部材7の配設位置近傍)の方が、光導波路2の中心部位置近傍よりも温度が高くなつており、基板1内部に温度分布が生じていることがわかる。なお、吸収部材7自身が弾性表面波を吸収する際の温度上昇は、1~数℃程度である。

【0042】従って、第1実施形態においては、詳細には図2(b)に示すように、光導波路2の幅を基板1内部の温度分布に応じて変化させることにより(換言すれば、温度分布に応じた太さ分布をもたせて光導波路2を構成することにより)、温度分布により生じた基板1の複屈折率分布を補償するように構成しているのである。なお、図2(b)は、光導波路2の太さ分布を示すものであり、この図2(b)においても、符号Cは光導波路2の中心部位置を示し、符号K₁及びK₂はそれぞれ拡散領域6の両端部位置を示す。

【0043】さらに、基板1の複屈折率、応力及び光導波路2の太さの関係について説明する。ここで、図6は、基板1の複屈折率と基板1における結晶構造のZ軸方向の歪みとの関係を示す図であり、基板1の複屈折率は、この図6に示すように圧縮応力が大きくなるに伴つて大きくなる(勾配:約-4.0×10⁻³/%)。

【0044】また、基板1の複屈折率は、前述したように光導波路2の幅が太くなるに伴つて小さくなる(図4参照)。これにより、例えば0.01%の歪み変化により生じた複屈折率変化は、光導波路2の太さを0.1μm程度変化させることにより補償できことがわかる。また、図1に示す光フィルタ装置10の基板1内部における応力分布に起因する歪みについて、予め測定した結果を図5(a)に示す。なお、図5(a)において、符号Cは光導波路2の中心部位置を示し、符号K₁及びK₂はそれぞれ拡散領域6の両端部位置を示す(図1参照)。

【0045】この図5(a)及び前述した図16から、基板1内部では、光導波路2の中心部位置近傍において

11

歪みが生じていることがわかる。従って、第1実施形態においては、詳細には図5(b)に示すように、光導波路2の幅を基板1内部の応力分布(即ち歪み分布)に応じて変化させることにより(換言すれば、応力分布に応じた太さ分布をもたせて光導波路2を構成することにより)、応力分布により生じた基板1の複屈折率分布を補償するように構成しているのである。なお、図5(b)は、光導波路2の太さ分布を示すものであり、この図5(b)においても、符号Cは光導波路2の中心部位置を示し、符号K₁及びK₂はそれぞれ拡散領域6の両端部位置を示す。

【0046】なお、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10においては、温度分布や応力分布が複合的な要因となって基板1に複屈折率分布が生じている。これらの各要因を考慮した光導波路2の幅の設定は、図2(b)又は図5(b)に示すように、光導波路2の入射端部近傍を細く光導波路2の中心部に向かって太くしている点で共通しており、これらの図2(b)又は図5(b)に示すような太さ分布をもたせて光導波路2を構成すれば、少なくとも基板1内部における温度分布や応力分布により複合的に生じた複屈折率分布を改善することができる。

【0047】上述の構成により、本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置10においては、光導波路2の入射側端部Sから信号光が入射されると、入射光は光導波路2中を伝播する。このとき、トランステューサ3にて発生した弾性表面波による音響光学効果の作用により、入射光のうち、所望の波長の光(即ち、弾性表面波の周期Λにより決定される波長の光)の偏波が90°回転するため、その波長の光がモード変換されて光導波路2の出射側端部Tから出射される。

【0048】このとき、光フィルタ装置10においては、弾性表面波の周期Λにより決定される波長の光(本来光フィルタ装置10にてモード変換させたい波長の光)だけでなく、その波長帯に近接する波長帯の光も一部モード変換されて、これがサイドローブとして光導波路2の出射側端部Tから出射される。ここで、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10においては、前述のごとく光導波路2の太さが光の進行方向に対して分布をもつよう構成されているので、基板1内部における温度分布や応力分布により生じた基板1の複屈折率分布を改善することができ、図7に示すように、光フィルタ装置10から出射されるサイドローブを、モード変換させたい光波長(中心波長:1.55μm)の短波長側及び長波長側とで対称にすることができます。なお、図7においてもサイドローブを符号Qで示す。

【0049】即ち、従来よりの光フィルタ装置100(図15参照)においては、例えば図17に示すように、中心波長よりも短波長側のサイドローブのうちで中心波長に最も近接するものの強度(中心波長よりも短

10

波長側で隣接するサイドローブのピーク点)は約-6.7dBとなる。これに対して、光フィルタ装置10においては、図7に示すように、中心波長よりも短波長側のサイドローブのうちで中心波長に最も近接するものの強度を、長波長側のサイドローブのうちで中心波長に最も近接するものの強度(中心波長よりも長波長側で隣接するサイドローブのピーク点)と同様に、約-9.3dBとすることができる。従って、光フィルタ装置10においては、従来よりの光フィルタ装置100におけるようなサイドローブの増大を防ぐことができ、サイドローブを温度分布及び応力分布が生じない場合の状態となるように改善している。

20

【0050】また、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10においては、上述のごとく基板1の複屈折率分布を改善することができるので、図7に示すように中心波長の揺らぎについても改善している。このように、本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置10によれば、光導波路2の実効屈折率を変化させるように光導波路が構成されている(即ち、光導波路2の太さが、光の進行方向に対して分布をもつよう構成されている)ので、基板1内部における温度分布や応力分布により生じた複屈折率分布を改善することができる。これにより、入射光のモード変換を行なう際に発生するサイドローブの増大を防ぐことができ、良好なフィルタ特性を得ることができる。

30

【0051】また、このように基板1内部における温度分布や応力分布により生じた複屈折率分布を改善することができるので、出力される信号光の波長を中心波長帯に安定化させ、中心波長の揺らぎを防ぐこともできる。従って、このような光フィルタ装置10を光通信システムに適用すれば、波長多重された信号光を精度よく分波したり、信号光における他波長成分として含まれる雑音光成分を精度よく除去することができる。

40

【0052】また、予め基板1内に生じる温度分布や応力分布を測定しておき、その分布に応じて光導波路2の太さ分布を設計することにより、光導波路2の太さ分布をなめらかなものとすることができます。これにより、光導波路2の太さを段階的に変化させたときに発生するような入射光の損失を防ぐことができる。なお、基板1内に生じる温度分布及び応力分布を考慮して光導波路2の太さ分布を設計すれば、温度分布及び応力分布により複合的に生じた基板1の複屈折率分布を完全に補償することができる。

50

【0053】また、第1実施形態においては、光導波路2の太さ分布を、基板1内部の温度分布や応力分布に応じて設計した場合について説明したが、光導波路2の太さ分布は、少なくとも全体として複屈折率分布を補償することができるのであれば、温度分布や応力分布に厳密に対応させる必要はない。即ち、光導波路2の太さ分布は、全体として複屈折率分布を補償することができるの

であれば、例えば山型（三角形）のような分布であってもよい。

【0054】(b) 第2実施形態の説明

(b1) 第2実施形態の第1の態様の説明

図8は本発明の第2実施形態の第1の態様にかかる光フィルタ装置の構成を示す模式図であり、この図8に示す光フィルタ装置20は、基板11に光導波路12が形成されるとともに、光導波路12を含む基板面上の入射端部位置近傍にトランステューサ13が形成されるものであって、トランステューサ13にて弾性表面波を発生することにより、入射光のうちの所望の波長の光をモード変換して出射する音響光学チューナブル波長フィルタとして機能するものである。

【0055】また、この光フィルタ装置20においては、前述した第1実施形態における光フィルタ装置10とは異なり、光導波路12の上部位置には薄膜16が形成されるとともに、基板11上における光導波路12の入出射端部位置近傍であって、薄膜16に近接する位置に一対の吸収部材17が設けられている。即ち、この図8に示す光フィルタ装置20も、前述の第1実施形態におけるものと同様に、後段に特定偏光のみを透過しうる偏光子等をそなえることにより、光通信システムにおいて波長多重された信号光を分波する波長分波フィルタを構成したり、信号光における他波長成分として含まれる雑音光成分を除去する雑音除去フィルタを構成することができるようになっている。

【0056】ここで、基板11、光導波路12、トランステューサ13及び吸収部材17は、それぞれ前述の第1実施形態における基板1、光導波路2、トランステューサ3及び吸収部材7と同様の構成及び機能を有するものである。なお、一対の電極部としてのトランステューサ13は、一対の櫛形電極14、15をそなえて構成されており、櫛形電極14は、複数の歯電極14a及び複数の歯電極14aに一体に接続され各歯電極14aに電位を与える共通電極14bをそなえる一方、櫛形電極15は、複数の歯電極15a及び複数の歯電極15aに一体に接続され各歯電極15aに電位を与える共通電極15bをそなえて構成されている。

【0057】また、薄膜16は、例えば二酸化ケイ素(SiO₂)等のような屈折率が大きい素材にて構成され、薄膜16が形成された部分の基板11の内部に弾性表面波を閉じ込めて基板11の外部に漏洩することを防ぐためのものであり、第1実施形態における拡散領域6と同様の機能を有するものである。そして、薄膜16が形成された部分の基板11の内部が、光導波路12中を伝搬する入射光を弾性表面波と干渉させる領域（干渉領域；図8の符号L₁～L₂間の領域）ということになる。なお、薄膜16の横方向の長さ（基板11における結晶構造のY軸方向の長さ）は30mm程度である。

【0058】さらに、図8において、18は高周波電圧

信号発生器（RF電圧信号発生器）であり、第1実施形態におけるものと同様のものである。また、光導波路12の太さ（光導波路12のパターン幅）は、例えば7μm程度であるが、この光フィルタ装置20においても、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10と同様に、光導波路12の太さが、光の進行方向に対して一様ではなく分布をもつように構成されている。

【0059】ここで、この光フィルタ装置20においては、薄膜16を光導波路12の上部位置に形成しているため、基板11内部に応力分布が生じ、基板11に歪みが生じることになる。この場合も、基板11内部に応力分布が生じると、基板11の複屈折率にも分布が生じる。なお、図8では、基板11にかかる引っ張り応力を矢印Rで示している。

【0060】そして、この場合の基板11の複屈折率と応力との関係は、図10に示すようになる。ここで、図10は、基板11の複屈折率と基板11における結晶構造のY軸方向の歪みとの関係を示す図であり、基板11の複屈折率は、この図10に示すように引っ張り応力が大きくなるに伴って大きくなる（勾配；約4.3×10⁻³/%）。

【0061】また、基板11の複屈折率は、前述したように光導波路2の幅が太くなるに伴って小さくなる（図4参照）。これにより、例えば0.01%の歪み変化により生じた複屈折率変化は、光導波路2の太さを0.05μm程度変化させることにより補償できることがわかる。

【0062】また、図8に示す光フィルタ装置20の基板11内部における応力分布に起因する歪みについて、30 予め測定した結果を図9(a)に示す。なお、図9(a)において、符号Dは光導波路2の中心部位置を示し、符号L₁及びL₂はそれぞれ及び薄膜16の両端部位置を示す（図8参照）。この図9(a)から、基板11内部では、光導波路12の両端部位置近傍において歪みが生じていることがわかる。

【0063】そこで、第2実施形態の第1の態様にかかる光フィルタ装置20においては、このような応力分布により生じた複屈折率分布を補償すべく、前述のごとく太さ分布をもたせて光導波路12を構成して、光導波路12の実効屈折率を変化させているのである。具体的には、この光フィルタ装置20においては、光導波路12の太さ分布を、図9(b)に示すように、光導波路12の入出射端部近傍を太く、光導波路12の中心部に向かって細くなるように構成している。

【0064】即ち、第2実施形態の第1の態様においては、図9(b)に示すように、光導波路12の幅を基板11内部の応力分布（即ち歪み分布）に応じて変化させることにより（換言すれば、応力分布に応じた太さ分布をもたせて光導波路12を構成することにより）、応力分布により生じた基板11の複屈折率分布を補償するよ

うに構成しているのである。なお、図9 (b) は、光導波路12の太さ分布を示すものであり、この図9 (b)においても、符号Dは光導波路12の中心部位置を示し、符号L₁及びL₂は、それぞれ及び薄膜16の両端部位置を示す。

【0065】なお、この光フィルタ装置20においても、前述の第1実施形態の場合と同様に吸収部材17の発熱による温度分布の発生を考慮する必要があるが、この光フィルタ装置20においては、他の方法（例えば基板11の裏面であって吸収部材17が設けられた箇所に相当する部分を冷却すること等）により、温度分布の発生を抑制すればよい。

【0066】上述の構成により、本発明の第2実施形態の第1の態様にかかる光フィルタ装置20においては、光導波路12の入射側端部Sから信号光が入射されると、入射光は光導波路12中を伝播する。このとき、トランステューサ13にて発生した弾性表面波による音響光学効果の作用により、入射光のうち、所望の波長の光（即ち、弾性表面波の周期Λにより決定される波長の光）の偏波が90°回転するため、その波長の光がモード変換されて光導波路12の出射側端部Tから出射される。

【0067】この場合も、光導波路12の出射側端部Tからは、弾性表面波の周期Λにより決定される波長帯に近接する波長帯の光も一部モード変換されて、サイドロープとして出射される。ここで、この光フィルタ装置20において、従来よりの光フィルタ装置と同様に、光導波路12の太さを一定とした場合には、基板11の複屈折率分布を補償できないので、モード変換させたい光波長より短波長側又は長波長側のサイドロープの一部（図11に示す例ではモード変換させたい光波長より長波長側のサイドロープの一部）が増大するとともに、モード変換させたい光波長（中心波長）が揺らぐ場合もある。なお、図11においてもサイドロープを符号Qで示す。

【0068】ところが、この光フィルタ装置20は、前述のごとく光導波路12の太さが光の進行方向に対して分布をもつように構成しているので、基板11内部における応力分布により生じた基板11の複屈折率分布を補償することができ、光フィルタ装置20から出射されるサイドロープを、モード変換させたい光波長（中心波長）の短波長側及び長波長側とで対称にすることができます。

【0069】そして、この光フィルタ装置20は、上述のごとく基板11の複屈折率分布を補償することができるので、中心波長の揺らぎを改善することもできる。このように、本発明の第2実施形態の第1の態様にかかる光フィルタ装置20によれば、光導波路12の実効屈折率を変化させるように光導波路が構成されている（即ち、光導波路12の太さが、光の進行方向に対して分布をもつように構成されている）ので、基板11内部にお

ける応力分布により生じた複屈折率分布を補償することができ、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10と同様の利点を得ることができる。

【0070】また、予め基板11内に生じる応力分布を測定しておき、この分布に応じて光導波路12の太さ分布を設計することにより、基板11の複屈折率分布を完全に補償することができるとともに、このときも光導波路12の太さ分布をなめらかなものとすることができるため、光導波路12の太さを段階的に変化させたときに発生するような入射光の損失を防ぐことができる。

【0071】なお、第2実施形態の第1の態様においても、光導波路12の太さ分布を、基板11内部の応力分布に応じて設計した場合について説明したが、光導波路12の太さ分布は、少なくとも全体として複屈折率分布を補償することができるのであれば、応力分布に厳密に対応させる必要はない。即ち、光導波路12の太さ分布は、全体として複屈折率分布を補償することができるのであれば、例えば谷型のような分布であってもよい。

【0072】また、第1の態様においては、吸収部材17の発熱による温度分布の発生を、例えば冷却等のような他の方法にて抑制した場合について説明したが、温度分布も考慮した上で光導波路12の太さ分布を設計してもよい。

(b2) 第2実施形態の第2の態様の説明

図12は本発明の第2実施形態の第2の態様にかかる光フィルタ装置の構成を示す模式図であり、この図12に示す光フィルタ装置30は、基板21に光導波路22が形成されるとともに、光導波路22を含む基板面上の入射端部位置近傍にトランステューサ23が形成されるものであって、トランステューサ23にて弾性表面波を発生することにより、入射光のうちの所望の波長の光をモード変換して出射する音響光学チューナブル波長フィルタとして機能するものである。

【0073】また、この光フィルタ装置30においては、前述した第2実施形態の第1の態様における光フィルタ装置20とは異なり、光導波路22の上部位置には薄膜26が部分的に形成されるとともに、基板21上における光導波路22の入出射端部位置近傍であって、薄膜26からやや離隔した位置に一対の吸収部材27が設けられている。

【0074】即ち、この光フィルタ装置30の基板21上には、図12に示すように、符号M₂～M₃間の領域には薄膜26が形成されているが、符号M₁～M₂間の領域及び符号M₃～M₄間の領域には薄膜16が形成されていないのである。なお、図12において、符号M₂及びM₃はそれぞれ薄膜26の両端部位置を示し、符号M₁、M₄はそれぞれトランステューサ23の前段側の最近接部位置及び出射側の吸収部材27の前段側の最近接部位置を示す。

【0075】そして、この図12に示す光フィルタ装置

30も、前述の第1実施形態や第2実施形態の第1の態様におけるものと同様に、後段に特定偏光のみを透過する偏光子等をそなえることにより、光通信システムにおいて波長多重された信号光を分波する波長分波フィルタを構成したり、信号光における他波長成分として含まれる雑音光成分を除去する雑音除去フィルタを構成することができるようになっている。

【0076】ここで、基板21、光導波路22、トランジスターサ23及び吸収部材27は、それぞれ前述の第1実施形態における基板1、光導波路2、トランジスターサ3及び吸収部材7と同様の構成及び機能を有するものである。なお、一対の電極部としてのトランジスターサ23は、一対の樹形電極24、25をそなえて構成されており、樹形電極24は、複数の歯電極24a及び複数の歯電極24aに一体に接続され各歯電極24aに電位を与える共通電極24bをそなえる一方、樹形電極25は、複数の歯電極25a及び複数の歯電極25aに一体に接続され各歯電極25aに電位を与える共通電極25bをそなえて構成されている。

【0077】また、薄膜26は、例えば二酸化ケイ素(SiO₂)等のような屈折率が大きい素材にて構成され、薄膜26が形成された部分の基板21の内部に弾性表面波を閉じ込めて基板21の外部に漏洩することを防ぐためのものであり、第1実施形態における拡散領域6と同様の機能を有するものである。そして、薄膜26が部分的に形成された部分の基板21の内部が、光導波路22中を伝搬する入射光を弾性表面波と干渉させる領域(干渉領域；図12の符号M₂～M₃間の領域)ということになる。

【0078】さらに、図12において、28は高周波電圧信号発生器(RF電圧信号発生器)であり、第1実施形態におけるものと同様のものである。また、光導波路22の太さ(光導波路22のパターン幅)は、例えば7μm程度であるが、この光フィルタ装置20においても、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10と同様に、光導波路22の太さが、光の進行方向に対して一様ではなく分布をもつように構成されている。

【0079】ここで、この光フィルタ装置30においては、前述のごとく薄膜26を光導波路22の上部位置に部分的に形成しているため、二酸化ケイ素の薄膜特性上、図13(a)に示すように、薄膜26が形成された部分(図12の符号M₂～M₃間の領域)と薄膜26が形成されない部分(図12の符号M₁～M₂間の領域及び符号M₃～M₄間の領域)とで基板21の複屈折率に分布が生じる。なお、図13(a)において、符号Eは光導波路22の中心部位置を示し、符号M₁～M₄はそれぞれトランジスターサ23の前段側の最近接部位置、薄膜26の両端部位置及び出射側の吸収部材27の前段側の最近接部位置を示す。また、符号M₁～M₄間の長さは30mm程度である。

【0080】そして、第2実施形態の第2の態様にかかる光フィルタ装置30においては、このような光導波路22の上部における薄膜26の部分的形成により生じた基板21の複屈折率分布を補償すべく、前述のごとく太さ分布をもたせて光導波路22を構成して、光導波路22の実効屈折率を変化させているのである。具体的には、この光フィルタ装置30においては、光導波路22の太さ分布を、図13(b)に示すように、薄膜26が光導波路22上に形成されない位置に相当する光導波路部分よりも、薄膜26が光導波路22上に形成された位置に相当する光導波路部分が太くなるように構成している。

【0081】なお、この光フィルタ装置30においても、前述の第1実施形態の場合と同様に吸収部材27の発熱による温度分布の発生を考慮する必要があるが、この光フィルタ装置30においても、他の方法(例えば基板21の裏面であって吸収部材27が設けられた箇所に相当する部分を冷却すること等)により、温度分布の発生を抑制すればよい。

【0082】上述の構成により、本発明の第2実施形態の第2の態様にかかる光フィルタ装置30においては、光導波路22の入射側端部Sから信号光が入射されると、入射光は光導波路22中を伝播する。このとき、トランジスターサ23にて発生した弾性表面波による音響光学効果の作用により、入射光のうち、所望の波長の光(即ち、弾性表面波の周期Λにより決定される波長の光)の偏波が90°回転するため、その波長の光がモード変換されて光導波路22の出射側端部Tから出射される。

【0083】この場合も、光導波路22の出射側端部Tからは、弾性表面波の周期Λにより決定される波長帯に近接する波長帯の光も一部モード変換されて、サイドロープとして出射される。ここで、この光フィルタ装置30において、従来よりの光フィルタ装置と同様に、光導波路22の太さを一定とした場合には、基板21の複屈折率分布を補償できないので、モード変換させたい光波長より短波長側又は長波長側のサイドロープの一部(図14に示す例ではモード変換させたい光波長より短波長側のサイドロープの一部)が増大するとともに、モード

40 変換させたい光波長(中心波長)が揺らぐ場合もある。なお、図14においてもサイドロープを符号Qで示す。

【0084】ところが、この光フィルタ装置30は、前述のごとく光導波路22の太さが光の進行方向に対して分布をもつように構成しているので、光導波路22の上部における薄膜26の部分的形成により生じた基板21の複屈折率分布を補償することができ、光フィルタ装置30から出射されるサイドロープを、モード変換させたい光波長(中心波長)の短波長側及び長波長側とで対称にすることができる。

【0085】そして、この光フィルタ装置30は、上述

のごとく基板21の複屈折率分布を補償することができるので、中心波長の揺らぎを改善することもできる。このように、本発明の第2実施形態の第2の態様にかかる光フィルタ装置30によれば、光導波路22の実効屈折率を変化させるように光導波路が構成されている（即ち、光導波路22の太さが、光の進行方向に対して分布をもつよう構成されている）ので、光導波路22の上部における薄膜26の部分的形成により生じた基板21の複屈折率分布を補償することができ、第1実施形態にかかる光フィルタ装置10と同様の利点を得ることができる。

【0086】なお、第2の態様においては、吸収部材27の発熱による温度分布の発生を、例えば冷却等の様々な他の方法にて抑制した場合について説明したが、温度分布も考慮した上で光導波路22の太さ分布を設計してもよい。また、前述の第2実施形態の第1の態様の場合と同様に、薄膜26を形成したことによる応力分布を考慮して、光導波路22の太さ分布を設計してもよい。

【0.0.8.7】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の光フィルタ装置によれば、光フィルタ装置内で生じた複屈折率分布を補償すべく、光導波路の実効屈折率を変化させるように光導波路が構成されることにより、入射光のモード変換を行なう際に発生するサイドローブの増大を防ぐことができるとともにモード変換させたい光波長（中心波長）、の揺らぎを防ぐこともでき、良好なフィルタ特性を得ることができる。従って、このような光フィルタ装置を光通信システムに適用すれば、波長多重された信号光を精度よく分波したり、信号光における他波長成分として含まれる雑音光成分を精度よく除去することができる利点がある（請求項1～請求項12）。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置の構成を示す模式図である。

【図2】(a), (b)は、それぞれ本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置の光導波路の構成について説明するための図である。

【図3】基板の複屈折率と温度との関係を示す図である。

【図4】基板の複屈折率と光導波路の太さとの関係を示す図である。

【図5】(a), (b)は、それぞれ本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置の光導波路の構成について説明するための図である。

【図6】基板の複屈折率と応力との関係を示す図である。

【図7】本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置から出射される光の強度分布を示す図である。

【図8】本発明の第2実施形態の第1の態様にかかる光フィルタ装置の構成を示す模式図である。

【図9】(a), (b)は、それぞれ本発明の第2実施形態の第1の態様にかかる光フィルタ装置の光導波路の構成について説明するための図である。

【図10】基板の複屈折率と応力との関係を示す図である。

【図11】光導波路の太さを一定とした光フィルタ装置から出射される光の強度分布の一例を示す図である。

【図12】本発明の第2実施形態の第2の態様にかかる光フィルタ装置の構成を示す模式図である。

10 【図13】(a), (b)は、それぞれ本発明の第2実施形態の第2の態様にかかる光フィルタ装置の光導波路の構成について説明するための図である。

【図14】光導波路の太さを一定とした光フィルタ装置から出射される光の強度分布の他の例を示す図である。

【図15】従来よりの光フィルタ装置の構成を示す模式図である。

【図16】拡散領域により基板に応力がかかる様子を模式的に示す図である。

20 【図17】従来よりの光フィルタ装置から出射される光の強度分布の一例を示す図である。

【図18】従来よりの光フィルタ装置から出射される光の強度分布の他の例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 光導波路
- 3 トランスデューサ（一对の電極部）
- 4, 5 檍形電極
- 4a, 5a 齒電極
- 4b, 5b 共通電極
- 6 拡散領域
- 7 吸収部材
- 8 高周波電圧信号発生器（RF電圧信号発生器）
- 10 光フィルタ装置
- 11 基板
- 12 光導波路
- 13 トランスデューサ（一对の電極部）
- 14, 15 檍形電極
- 14a, 15a 齒電極
- 14b, 15b 共通電極

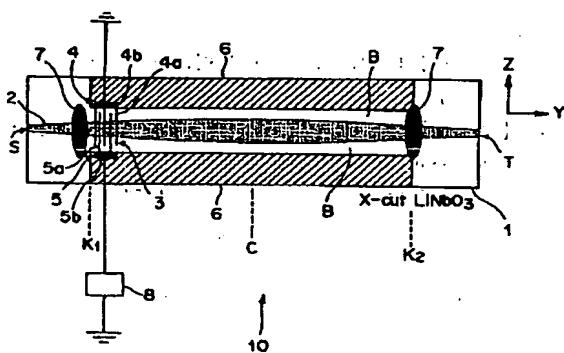
- 30 16 薄膜
- 17 吸収部材
- 18 高周波電圧信号発生器（RF電圧信号発生器）
- 20 光フィルタ装置
- 21 基板
- 22 光導波路
- 23 トランスデューサ（一对の電極部）
- 24, 25 檍形電極
- 24a, 25a 齒電極
- 24b, 25b 共通電極
- 50 26 薄膜

21

27 吸收部材
 28 高周波電圧信号発生器 (R F 電圧信号発生器)
 30 光フィルタ装置
 100 光フィルタ装置
 101 基板
 102 光導波路
 103 トランジスタ

【図1】

本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置の構成を示す模式図

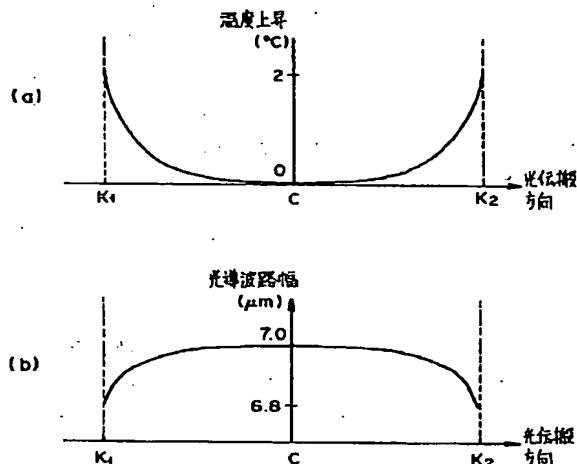


22

104, 105 楔形電極
 104a, 105a 齒電極
 104b, 105b 共通電極
 106 拡散領域
 107 吸收部材
 108 高周波電圧信号発生器 (R F 電圧信号発生器)

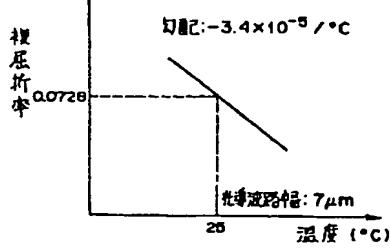
【図2】

本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置の光導波路の構成について説明するための図



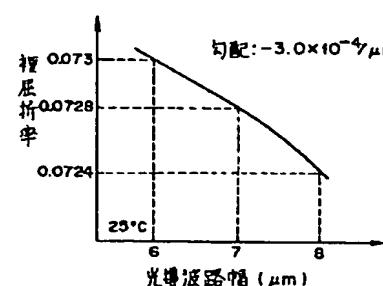
【図3】

基板の複屈折率と温度との関係を示す図



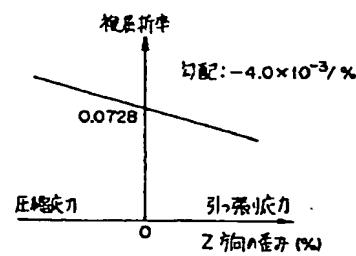
【図4】

基板の複屈折率と光導波路の太さとの関係を示す図



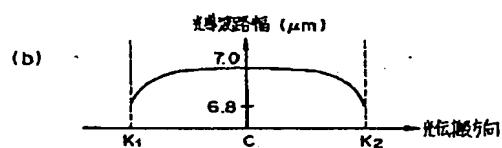
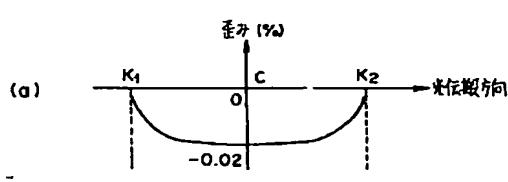
【図6】

基板の複屈折率と応力との関係を示す図



【図5】

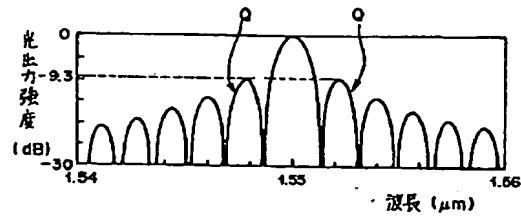
本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置の光導波路の構成について説明するための図



【図5】

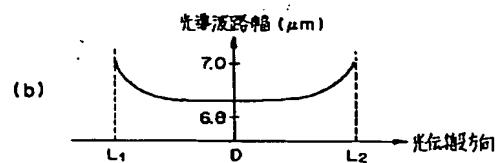
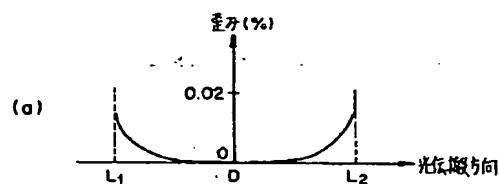
【図7】

本発明の第1実施形態にかかる光フィルタ装置から出射される光の強度分布を示す図



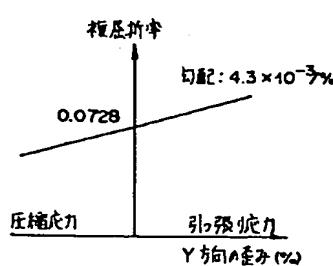
【図9】

本発明の第2実施形態の第1A態様にかかる光フィルタ装置の光導波路の構成について説明するための図



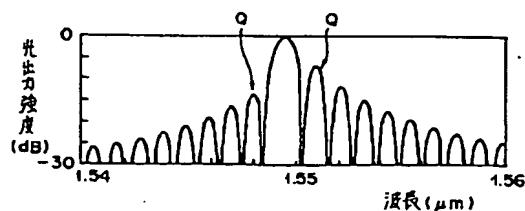
【図10】

基板の複屈折率と応力との関係を示す図



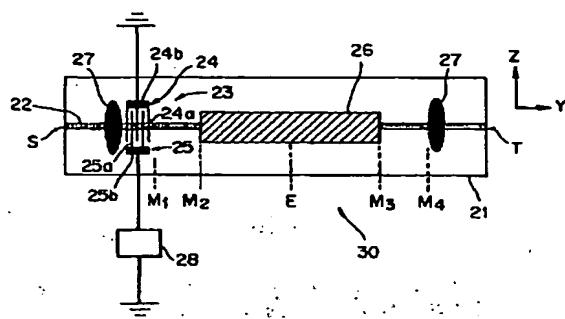
【図11】

光導波路の太さを一定とした光フィルタ装置から出射される光の強度分布の一例を示す図



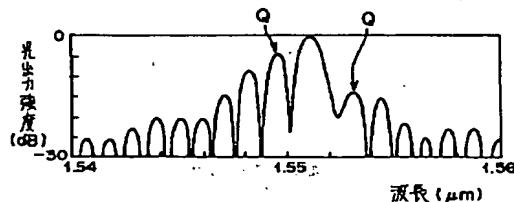
【図12】

本発明の第2実施形態の第2の態様における光フィルタ装置の構成を示す模式図



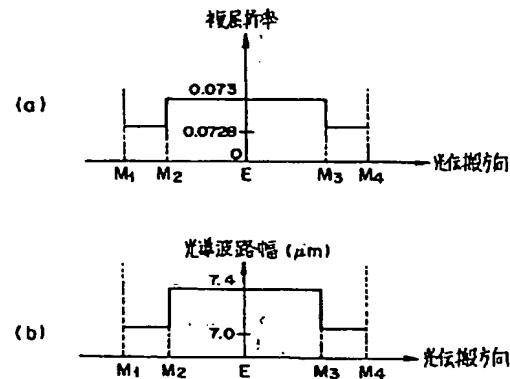
【図14】

光導波路の大きさを一定とした光フィルタ装置から出射される光の強度分布の一例を示す図



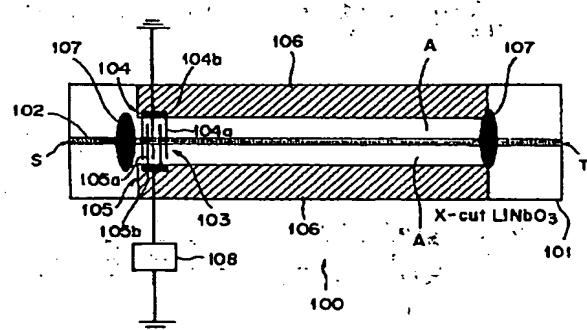
【図13】

本発明の第2実施形態の第2の態様における光フィルタ装置の光導波路の構成について説明するための図



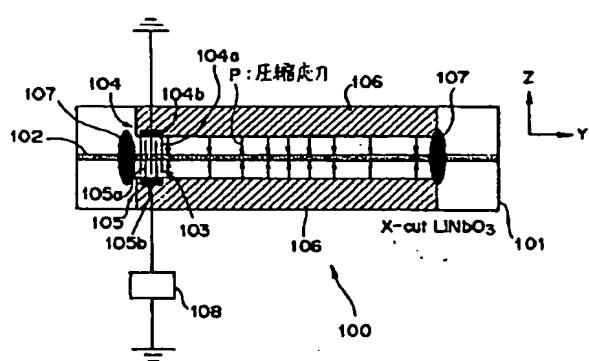
【図15】

従来よりの光フィルタ装置の構成を示す模式図



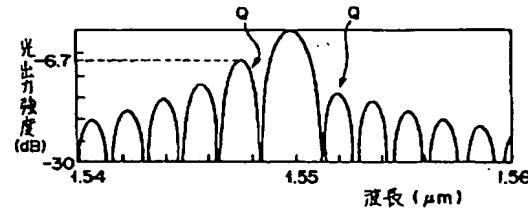
【図16】

接触領域により基板に応力がかかる様子を模式的に示す図



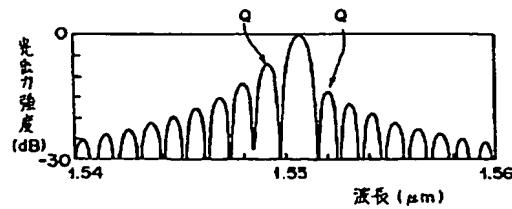
【図17】

従来よりの光フィルタ装置から出射される光の強度分布の一例を示す図



[図18]

発光二極管アレイ装置が放射する光の強度分布の例を示す図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.